MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER UNILATERALEN TRANSAXILLÄREN HIRNANGIOGRAPHIE

(Analyse von 186 Untersuchungen)

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Michael H. WOLFF

Saarbrücken

1973

AUS DER UNIVERSITÄTS-NERVENKLINIK HOMBURG/SAAR
(Direktor: Professor Dr.med. H.-H. MEYER)

NEURORADIOLOGISCHE ABTEILUNG
(Leiter: Dr.med. U. PIEPGRAS)

MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER UNILATERALEN TRANSAXILLÄREN HIRNANGIOGRAPHIE.

(Analyse von 186 Untersuchungen)

I N A U G U R A L D I S S E R T A T I O N

zur Erlangung der Doktorwürde der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1 9 7 0

vorgelegt von

Michael H. WOLFF

geb. am 29.8.1947 in Meiningen/Thüringen.

Dekan: Professor Dr. G. DHOM
Referent: Professor Dr. H.-H. MEYER

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Die mündliche Doktorprüfung wurde am 7.März 1973 bestanden.

MEINEN ELTERN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547310_0054

Diese Arbeit wurde im Juni 1970
abgeschlossen und zur Publikation
freigegeben.

INHALT

		Seite
EINLEITUNG		3
1	Das Vertebralisgebiet	3
1.1	Anatomie	3
1.1.1	Arteria vertebralis	5
1.1.2	Arteria basilaris	7
1.2	Methoden der angiographischen Darstellung der Arteria vertebralis	9
1.2.1	Die direkte Vertebralisangiographie	9
1.2.1.1	Vertebralispunktion	9
1.2.1.2	Kathetermethoden	12
1.2.2	Methoden der indirekten Vertebralis-angiographie:	15
1.2.2.1	über die Arteria brachialis	15
1.2.2.2	über die Arteria axillaris	16
1.2.2.3	über die Arteria subclavia	18
1.2.2.4	über die Arteria carotis communis	19
1.2.2.5	Die bilaterale Hirnangiographie	2o
2	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	23
2.1	Untersuchungstechnik	23
2.1.1	Untersuchungsgang	23
2.2	Ziel der Analyse und Fragestellung	26
2.3	Ergebnisse der Analyse	31

		Seite
2.3.1	Arteria cerebri posterior	31
2.3.2	Arteria cerebelli superior	36
2.3.3	Arteria basilaris	4o
2.3.4	Arteria cerebelli inferior anterior	41
2.3.5	Arteria cerebelli inferior posterior	44
2.3.6	Äste der Arteria vertebralis - basilaris im Zusammenhang	45
2.3.7	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse	47
2.3.7.1	Darstellung der Gefäße beidseits	47
2.3.7.2	Darstellung der Gefäße einer Seite	48
2.3.7.3	Keine Darstellung	5o
2.3.8	Kaliber der Arteria vertebralis auf der Seite der Kontrastmittelinjektion	51
2.3.8.1	Kaliber der linken Arteria vertebralis	51
2.3.8.2	Kaliber der rechten Arteria vertebralis	52
2.3.9	Beziehungen zwischen dem Vertebraliskaliber und der Homogenität der Kontrastdarstellung der Arteria basilaris	54
3	DISKUSSION	56
3.1	Indirekte Angiographie der Arteria vertebralis	56
3.2	Nachteile der unilateralen transaxillären Hirnangiographie	57
4	SCHLUSSFOLGERUNG	59
5	ZUSAMMENFASSUNG	61
6	SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS	62

EINLEITUNG

1. Das Vertebralis - Basilarisgebiet.

1.1 Anatomie.

Das Gehirn wird durch vier große Arterien, die beiden Aa. carotides internae aus den Aa. carotides communes und die beiden Aa. vertebrales versorgt. Über den Circulus arteriosus cerebri (Willisii) an der Hirnbasis stehen sie miteinander in Verbindung.

Der mediale Abschnitt des Schläfenlappens, der Okzipitallappen, das Mittelhirn, die Medulla oblongata, das Kleinhirn und die Brücke werden von Ästen der Aa. vertebrales versorgt. Die Vaskularisationsgebiete der Arterien im hinteren Abschnitt des Circulus arteriosus cerebri sind schematisch in Abbildung 1 dargestellt.

1) A. cerebri post.

2) A. cerebelli sup.

3) A. basilaris et cerebelli sup.

4) A. cerebelli inf.post.

5) A. vertebralis (A.cerebelli inf.post., A.spinalis ant., A.spinalis post.)

Abb. 1: Versorgungsgebiete der A. vertebralis, der A. basilaris und ihrer Äste (nach KRAYENBÜHL - YASARGIL: Die vaskulären Erkrankungen im Gebiet der A.vertebralis und A. basilaris. Stuttgart: Thieme, 1957, modifiziert).

Anatomie und Methoden der angiographischen Darstellung dieses Gefäßgebietes seien im folgenden näher erörtert.

1.1.1 Arteria vertebralis.

Vom Anfangsteil des Bogenscheitels der A. subclavia zieht die A. vertebralis dorsal von der A. carotis communis zum Foramen costotransversarium des 6. Halswirbels. Sie verläuft weiter durch die Querfortsatzlöcher 5. - 1., dann über den dorsalen Atlasbogen und tritt durch die Membrana atlanto-occipitalis posterior in den Schädel ein. Sie liegt zunächst an der Seitenfläche des Rückenmarkes bzw. des verlängerten Markes, legt sich dann an dessen basilare Fläche und vereinigt sich mit der Arterie der anderen Seite an der Grenze zwischen Medulla oblongata und Brücke zu der A. basilaris. Diese zieht im Sulcus basilaris der Brücke nach rostral und aufwärts, um sich am vorderen Rand der Brücke in ihre Endäste zu teilen.

Eine Reihe von Autoren machten Angaben über Seitendifferenzen des Vertebraliskalibers. Übereinstimmend berichten DURET (1873), STOPFORD (1925), HASEKE (1928), MITTENWALLNER (1955), KRAYENBÜHL-YASARGIL (1957), daß die linke A. vertebralis im Durchschnitt

ein weiteres Lumen hat als die rechte.
Bei o,75 % fanden sie beidseits, bei 6,2 % rechts und bei 4,5 % links eine hypoplastische A. vertebralis. Nach BLACKBORN (19o7) ist die A. vertebralis rechts in 9 %, links in 5 % und beidseits in 1 % abnorm schmal.

Außer einem Ramus meningeus gibt die A. vertebralis im Schädel folgende Äste ab:

A. spinalis posterior:
eine kleine, variable Arterie, die längs der dorsalen Wurzeln der Zervikalnerven an der Dorsalfläche des Rückenmarkes kaudalwärts zieht;

A. spinalis anterior:
sie ist paarig, entspringt an der ventralen Fläche der Medulla oblongata, vereinigt sich kaudalwärts laufend in der Höhe des Foramen occipitale magnum mit der Arterie der anderen Seite und verläuft unpaar ventral der Fissura mediana anterior des Rückenmarkes in geschlängeltem Verlauf kaudalwärts;

A. cerebelli inferior posterior:
sie entspringt an der Seitenfläche der Medulla oblongata, schlingt sich um diese herum gegen die Hinterfläche und den angrenzenden Teil des Kleinhirns, verzweigt

sich im hinteren Abschnitt der Unterfläche der Kleinhirnhemisphäre und am Unterwurm.

1.1.2 Arteria basilaris.

Sie verläuft unpaar an der basilaren Fläche der Brücke und gibt außer kleinen Rami ad pontem folgende Äste ab:

A. cerebelli inferior anterior:
Sie läuft über den hinteren Teil der Brücke an der Austrittsstelle der Nn. statoacusticus und facialis entlang zum vorderen Abschnitt der basilaren Fläche der Kleinhirnhemisphäre.

A. labyrinthi (auditiva interna):
Das Gefäß geht mit dem N. statoacusticus in den Porus und Meatus acusticus internus und zum Gehörorgan.

A. cerebelli superior:
Sie entspringt vom vorderen Ende der A. basilaris, zieht über die basilare und seitliche Fläche des vorderen Endes der Brücke und an der Seitenfläche der Vierhügelplatte entlang zur oberen Fläche des Kleinhirns bis zum Oberwurm.

A. cerebri posterior:

Sie ist der starke Endast der A. basilaris, wird an ihrem Ursprung durch den N. oculomotorius von der A. cerebelli superior getrennt, bildet zunächst einen nach vorn konvexen Bogen, der die A. communicans posterior von der A. carotis interna aufnimmt, biegt sich dann um die Hirnschenkel nach hinten und oben zur konkaven Unterfläche des Hinterhaupts- und Schläfenlappens. Außerdem gibt sie feine Äste zur Substantia perforata posterior, zur Vierhügelplatte, zum Splenium corporis callosi und zu den Plexus chorioidei ab.

Die Lage der Hirnarterien zur knöchernen Schädelbasis werden in Abbildung 2 dargestellt.

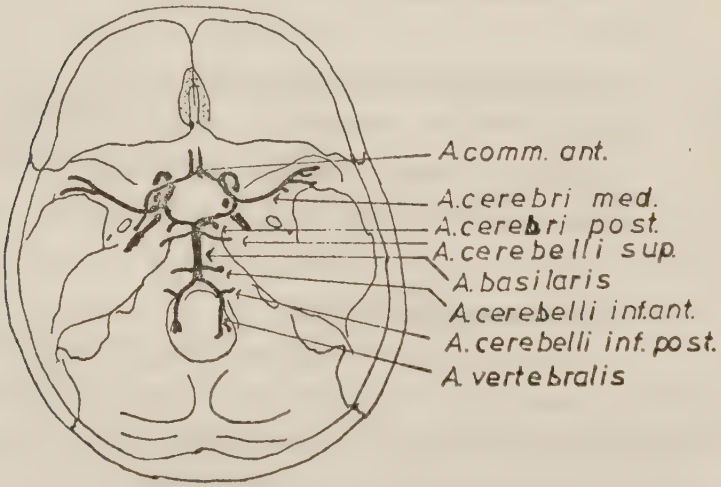

Abb. 2: Lage der Hirnarterien zur knöchernen Schädelbasis (nach SOBOTTA-BECHER, modifiziert).

1.2 Methoden der angiographischen Darstellung.

Seit der Einführung der Kontrastdarstellung des Vertebralis-Basilarissystems durch E. MONIZ (1927, 1933) wurden zahlreiche angiographische Untersuchungsmethoden entwickelt. Hieran ist ersichtlich, daß eine allgemein befriedigende Lösung noch nicht gefunden wurde (WAPPENSCHMIDT, 1965). Die technischen Schwierigkeiten der Vertebralis - Basilarisangiographie liegen im Gegensatz zur Karotisangiographie vor allem darin, daß die A. vertebralis aufgrund der anatomischen Verhältnisse der Direktpunktion nur schwer zugänglich ist. Die gebräuchlichsten angiographischen Methoden lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

1.2.1 die direkte Vertebralisangiographie,

1.2.2 die indirekte Vertebralisangiographie.

1.2.1 Die direkte Vertebralisangiographie.

1.2.1.1 Vertebralispunktion.

Unter der direkten Vertebralisangiographie versteht man die Darstellung des Systems der A. vertebralis durch Kontrastmittelinjektion in eine der beiden Aa. vertebrales nach Punktion oder

Einführung eines Katheters. Als erster beschreibt MONIZ (1933) die Methode der Direktpunktion, ferner berichten OLIVECRONA (1935) und SHIMIDZU darüber. Beide sehen sie als einfach an. TAKAHASHI beschreibt 194o eine modifizierte Punktionstechnik.

Die Methode der Direktpunktion wird weiterhin von KRAYENBÜHL (1941) und von SCHECHTER (1961) angewendet.
SUGAR et al. (1949) berichten über 20 Untersuchungen, von denen 2 mißlungen waren. 1954 machen die Autoren in einer weiteren Mitteilung Angaben über die Komplikationen der direkten Punktionstechnik.
LINDGREN (195o) punktiert direkt neben der A. carotis und erzielt bei zwei Drittel der Untersuchungen eine ausreichende Darstellung.
SJÖRGEN (1953) hat lediglich bei 2 von 150 Fällen Mißerfolg.
SHELDON (1956) geht nach der Methode von LINDGREN vor, benutzt jedoch eine spezielle Punktionsnadel.
SWANN (1958) erhält bei 23 % der Untersuchungen mit perkutaner Vertebralispunktion eine Darstellung beider Aa. vertebrales durch retrograde Füllung der gegenseitigen Gefäße. Bei 12 % erhält er

Parainjektionen, findet aber dennoch, daß das Verfahren als so sicher angesehen werden könne, wie die Karotisangiographie.
SJÖQUIST (1938), MASLOWSKI (1955) und NAMIN (1955) führen die Direktpunktion lateral am Processus mastoideus, BERCZELLER (1937) am Sulcus atlantis durch.
Über verschiedene Modifikationen der Untersuchungstechnik berichten schließlich DECKER (1951), ECKER (1951), SUTTON u. HOARE (1951), COLUMELLA (1952), FRESHWATER (1952) und KLAUSBERGER (1953).

Die direkte Vertebralispunktion wird heute nur noch von wenigen Untersuchern durchgeführt. Der Grund liegt vor allem in folgenden Nachteilen und Gefahren:

- 1. Schwierigkeiten der Vertebralispunktion.
- 2. Möglichkeit von Kontrastmittelaustritt in die Umgebung und in die Gefäßwand (BARBIERI u. VERDECCHIA, 1957).
- 3. Verzicht auf die Möglichkeit der Darstellung des Ursprungs der A. vertebralis (HILLIER, 1960).
- 4. Gefahr der Mediastinalblutung nach der Punktion, eine Gefahr, auf die KEIRNS (1961) besonders hingewiesen hat.

1.2.1.2 Kathetermethoden.

Die Direktdarstellung des Vertebralis - Basilarissystems mit einem Katheter erfolgt nach der SELDINGER - Technik. Der Katheter wird über die A. femoralis oder über die Armarterien unter Röntgendurchleuchtung in die rechte oder linke A. vertebralis eingeführt (selektive Katheterangiographie der A. vertebralis - basilaris). Über den Katheter werden etwa 5 - 1o ml Kontrastmittel direkt in die A. vertebralis injiziert.

RADNER (1947) legt die A. radialis chirurgisch frei und schiebt einen Katheter vor.
Diese Methode wird von VOGELSANG (1968) bei Säuglingen angewandt.
SWANN et al. (1958) berichten, daß es bei einem Patienten zur Thrombosierung einer A. radialis kam.
VOGELSANG stellt fest, daß es bei Kindern nach der Katheterisierung mehrere Stunden bis zu einem Tag lang zu einer reversiblen "Pulslosigkeit" der A. radialis kommt.
Auch GOULD (1955) und KUHN (196o) gehen chirurgisch über die A. brachialis vor.

PYGOTT (1959), TATELMANN und SHEEDAN (1962) halten diese Methode für zu aufwendig und zeitraubend. Sie schieben nach perkutaner Punktion einen Katheter über die A. brachialis bis zu einem Punkt nahe der A. vertebralis vor. (Semiselektives Verfahren).
AMPLATZ und HARNER (1962) sehen in der Katheterisation der A. brachialis vor allem die Gefahr des arteriellen Spasmus. Sie fanden bei vier Patienten eine Thrombose der A. brachialis und empfehlen deshalb die Punktion und Katheterisierung der A. subclavia in ihrem infraclaviculären Teil. Sie teilen mit, daß auch zufriedenstellende Bilder erhalten wurden, wenn der Katheter nicht ganz bis zur Abgangsstelle der A. vertebralis vorgeschoben werden konnte und die Darstellung indirekt nach Injektion des Kontrastmittels in die A. subclavia erfolgt.

Die gleiche Methode wird von POUYANNE et al. (1960) und HAUGE (1954) beschrieben.

LINDGREN (1956), BONTE et al. (1958), ÖDMANN (1956) und PEETERS (1969) beschreiben die Methode der transfemoralen Vertebralliskatheterisierung. Sie heben hervor, daß es einfacher sei,

ein oberflächliches Gefäß zu punktieren, als die A. vertebralis im Canalis vertebralis zu finden. BONTE führt diese Untersuchungstechnik ohne allgemeine Anaesthesie durch.

Die Kathetermethoden erfordern Übung und spezielle Vorbereitung (DECKER, 1955). Sie haben folgende Nachteile und Gefahren:

- 1. Der Katheter muß unter Durchleuchtungskontrolle vorgeschoben werden; das erfordert einen speziellen Strahlenschutz für die Hand des Untersuchers.
- 2. Die Abgangsverhältnisse der gegenseitigen A. vertebralis sind nicht erfaßbar.
- 3. Bei arteriosklerotischen Gefäßveränderungen muß mit der Möglichkeit der Ablösung von Plagues durch den Katheter mit den entsprechenden schwerwiegenden Folgen gerechnet werden. Die Gefahr schwerer Komplikationen besteht insbesondere auch dann, wenn eine A. vertebralis obliteriert oder nicht angelegt ist und die gegenseitige A. vertebralis durch den Katheter ganz oder zum Teil verlegt wird.

1.2.2 Methoden der indirekten Vertebralisangiographie.

Die Methoden der indirekten Vertebralisangiographie haben das Ziel, das zuführende Gefäß selbst weder durch Punktion noch durch Katheterisierung zu irritieren oder zu schädigen. Das Prinzip der indirekten Methoden besteht darin, das Kontrastmittel mit Überdruck in die Armarterie oder in die A. axillaris und subclavia zu injizieren und gegen den Blutstrom (retrograd) in die A. vertebralis zu leiten. Auf dieser Basis sind folgende Untersuchungsmethoden entwickelt worden:

1.2.2.1 Über die Arteria brachialis.

GOULD (1955) berichtet als erster über die Möglichkeit, durch Überdruckinjektion des Kontrastmittels in die A. brachialis das Vertebralis - Basilarissystem darzustellen.

KUHN (196o) legt die A. brachialis frei, um die Kanüle genau einpassen zu können; er berichtet wie OSTROWSKI (1961) über gute Erfolge.

MARSHALL et al. (1963) heben besonders hervor, daß über die rechte A. brachialis nicht nur die A. vertebralis rechts, sondern auch die A. carotis und ihre intrakraniellen Aufzweigungen

sowie die A. innominata dargestellt werden. Sie stellen fest, daß die A. brachialis geradezu als Katheter zur Darstellung der Äste der Aorta dienen kann.

WAPPENSCHMIDT (1965) berichtet, daß bei 66,6 % der rechtsseitigen Brachialisangiogramme gute und bei weiteren 17,3 % ausreichende Füllung des Vertebralis - Basilarissystems zustande kommt.

Auch COLLINS (1957), THOMAS (1962), SIGUEIRA (1962), WENDE und TAENZER (1965) sowie NADJMI (1968) wenden die transbrachiale Hirnangiographie mit gutem Erfolg an. NADJMI hebt hervor, daß die unterschiedliche Verteilung des Kontrastmittels in den Kopfarterien sowohl von anatomischen als auch von kreislaufdynamischen Faktoren abhängt. Die anatomischen Varianten spielen seiner Meinung nach eine wesentliche Rolle.

1.2.2.2 Über die Arteria axillaris.

Die A. axillaris besitzt weit mehr Kollateralen zur A. brachialis als die A. brachialis zu ihren peripheren Ästen (BORN, 1966). Daraus ergibt sich, daß die Risiken der Punktion der A. axillaris geringer sind als die der A. brachialis. Der Zugang über die A. axillaris wird

1963 von HANAFEE vorgeschlagen. Er versucht, nur eine Wand der Arterie zu durchstechen, was ihm bei 3o % der Untersuchungen auch gelingt.

HASSE und ALEXANDER (1962) weisen darauf hin, daß eine vollständige Darstellung der Halswirbelarterie einschließlich ihres Ursprungs gelingt, sofern die A. axillaris und die A. vertebralis durchgängig sind. Ihrer Meinung nach vermeidet die indirekte Darstellung über die A. axillaris mit Sicherheit die Risiken der direkten Punktion.

NEWTON (1963) wendet dieselbe Technik an. Er hatte keine ersten Zwischenfälle und stellt fest, daß die A. axillaris ein einfacher und sicherer Zugang zur Aorta und ihren Ästen ist.

ROY (1963) und ROSSI (1966) benutzen die A. axillaris als Zugang zur Darstellung sämtlicher Äste der Aorta. Zur Darstellung des Vertebralis-Basilarisgebietes genügt seiner Meinung nach das Einführen einer Seldingerkanüle; er schiebt sie möglichst weit in Richtung des Abganges der A. vertebralis vor und erhält so ausgezeichnete Darstellungen. Nach der Punktion komprimiert er die A. axillaris mindestens 1o - 15 Min., um ein Hämatom zu vermeiden.

SCHMIDT-WITTKAMP (1968) findet bei seinen Patienten, bei denen die Axillaris-Angiographie durchge-

führt worden ist, keine Komplikationen. Lediglich bei 3 % sah er Oberarmhämatome, außerdem beschreibt er vorübergehende Paraesthesien in den Händen und flüchtige Druckschmerzen in der Axilla. Diese Beschwerden treten nicht auf, wenn der punktierte Arm sorgfältig unterpolstert wird (direkte Druckwirkung in Narkose).

1.2.2.3 Über die Arteria subclavia.

Schon MONIZ et al. (1933) gaben eine Technik an, die A. vertebralis retrograd über die A. subclavia darzustellen. Sie legten die A. subclavia durch eine Incision parallel und über der Clavicula frei. Auf diese Weise erhielten sie eine angiographische Darstellung der A. carotis und A. vertebralis rechts oder der A. vertebralis links.

POUYANNE (196o) modifiziert diese Methode, indem er die A. subclavia perkutan in ihrem subclaviculären Anteil punktiert.

ROTH et al. (1961) beschreiben die gleiche Technik.

AMPLATZ (1962) entscheidet sich für die subclaviculäre Punktion, die er für günstiger als die supraclaviculäre hält. Durch Kompression der

A. subclavia nach der Punktion an die erste Rippe bestehen günstige Möglichkeiten der Blutstillung.
Auch ROY (1963) benutzt den subclavikulären Zugang.
WEIBEL (1964, 1966) führt die Untersuchung in Lokalanaesthesie aus.

1.2.2.4 Über die Arteria carotis communis.

ELVIDGE (1937), TINDALL (1961) punktieren die A. carotis communis und komprimieren während der Injektion die ipsilaterale A. axillaris und den distalen Teil der A. carotis.
AMELI (1952) berichtet jedoch, daß er mit dieser Technik nur bei 2o % gute Resultate erhält.

Die Risiken, die für den Patienten bei der direkten Darstellung der A. vertebralis bestehen, werden durch die indirekten Verfahren weitgehend reduziert. Die A. axillaris und A. brachialis sowie der infraclavikuläre Teil der A. subclavia können nach der Punktion gut komprimiert werden; so wird größeren Hämatomen vorgebeugt. Die Gefahr eines Mediastinalhämatoms und eines Pneumothorax bestehen allenfalls bei der Punktion der A. subclavia. Die Punktion der

A. axillaris ist ebenso einfach wie die der A. brachialis. Bei arteriellen Spasmen oder sonstigen Komplikationen verfügt die A. axillaris jedoch über mehr Kollateralmöglichkeiten, so daß die Blutversorgung des Armes auf keinen Fall gefährdet werden kann. Außerdem ist die Strecke, während der das Kontrastmittel gegen den Blutstrom injiziert werden muß, um in die A. vertebralis zu gelangen, kürzer.

Alle geschilderten Methoden haben den Nachteil, daß jeweils nur eine A. vertebralis mit ihren Abgangsverhältnissen dargestellt wird, da einseitig punktiert wird. Um diesen Nachteil auszugleichen, sind in der Folgezeit Untersuchungstechniken entwickelt worden, die das Ziel haben die Kontrastdarstellung des Vertebralis - Basilarissystems durch beidseitige Kontrastmittelinjektionen zu verbessern.

1.2.2.5 Die bilaterale Hirnangiographie.

WAPPENSCHMIDT (1965) stellte fest, daß er bei der einseitigen rechtsseitigen Brachialisangiographie im Gegenstromverfahren nur bei 66,6 % eine gute, bei weiteren 17,3 % eine ausreichende Füllung des Vertebralis - Basilarissystems

erhielt. Er führt deshalb die beidseitige simultane Brachialisangiographie ein, mit der er die Zahl der guten Füllungen auf über 9o % verbessert. Er beobachtet keine Komplikationen. Eine Gefahr könne in der relativ großen Kontrastmittelmenge liegen. WAPPENSCHMIDT weist jedoch darauf hin, daß auch bei anderen Untersuchungen, z.B. bei der Darstellung der Coronararterien oder bei der Nierenangiographie Mengen von 4o - 6o ml ohne Schaden angewandt werden.

Auch WEIBEL (1966) stellt fest, daß die gebräuchlichen Techniken keine befriedigende Darstellung des gesamten Vertebralis - Basilarissystems ermöglichen. Er punktiert die A. subclavia infraclaviculär auf beiden Seiten und injiziert das Kontrastmittel unter Überdruck simultan. Er erhält so eine zufriedenstellende Darstellung des gesamten vertebro-basilären Systems bis in die Endäste. Er hebt hervor, daß es ihm so möglich ist, intra- und extrakranielle Kollateralkreisläufe genau zu studieren. Die Komplikationsrate ist bei ihm minimal und beschränkt sich auf lokale Veränderungen.

Die gesamte Kontrastmittelmenge liegt bei dieser Methode bei 12o ml.

BENDER und ANTIN (1969) wenden mit ausgezeichneten Erfolgen die bilaterale simultane retrograde Brachialisangiographie an. Sie heben hervor, daß sie so eine risikolose Methode besitzen, die Gefäße der hinteren Schädelgrube darzustellen.

2 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

2.1 Untersuchungstechnik.

Die Angiographie der A. vertebralis - basilaris wird in der Neuroradiologischen Abteilung der Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar seit 1965 indirekt nach Überdruckinjektion des Kontrastmittels in eine A. axillaris (unilaterale, transaxilläre Hirnangiographie) durchgeführt. Insgesamt wurden mehr als 5oo Patienten untersucht. Die direkte perkutane Darstellung über die A. vertebralis und über die A. brachialis sowie die Katheterisierung über die A. femoralis wurde lediglich in Ausnahmefällen, die zahlenmäßig nicht ins Gewicht fallen, durchgeführt.

2.1.1 Untersuchungsgang:

Die Untersuchung wird in Intubationsnarkose durchgeführt, da der Kontrastmitteldurchstrom Schmerzreize im Schulter-Armbereich auslöst. Für die Punktion wird der Arm des Patienten rechtwinkelig abduziert und nach außen rotiert. Die A. axillaris ist unmittelbar lateral des M. pectoralis major und ulnar des M. coracobrachialis faßbar und wird mit einer Seldinger Kanüle (PE 16o) punktiert. Nach der Punktion, die

häufig eine Perforation der Gefäßhinterwand zur Folge hat, wird die Kanüle vorsichtig in das Gefäßlumen zurückgezogen und über einen Führungsdraht aus dem Punktionsbereich herzwärts vorgeschoben. Die Kanülenspitze liegt intraarteriell, wenn das Blut kräftig aus der freien Öffnung pulsiert. In Abbildung 3 wird die Punktionsstelle für die A. axillaris schematisch dargestellt.

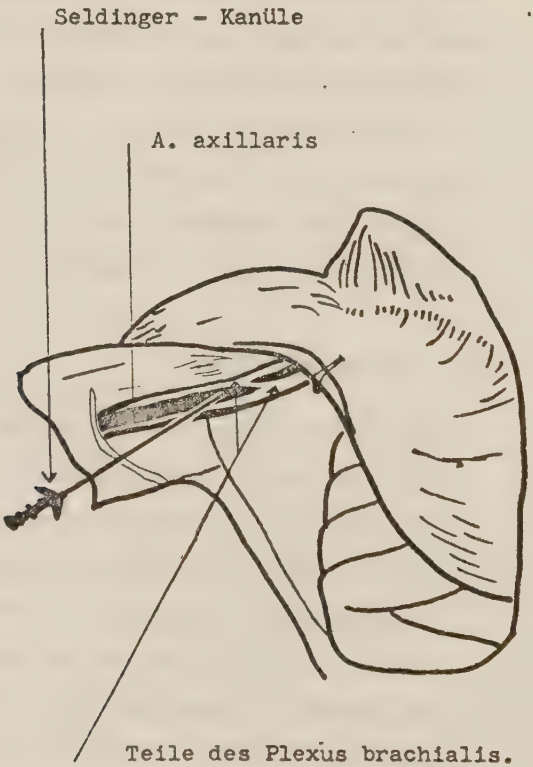

Abb. 3: Punktionsstelle für die A. axillaris (nach ROY, 1963), modifiziert.

Nach der Punktion wird die Nadel mit Heftpflaster fixiert und über einen Polyaethylenschlauch mit der Injektionsspritze verbunden. Man aspiriert soviel Blut, bis der Schlauch völlig mit Blut gefüllt und absolut luftleer ist.

Mit Injektionsdrucken zwischen 3,5 und 4 atü (entsprechend dem Alter des Patienten) werden 4o-5o ml 6o % Methylglucaminjothalamat (Conray 6o(R), Byk-Gulden) innerhalb von 2-4 sec. gegen den Blutstrom injiziert. Der Abstrom des Kontrastblutes in den Arm wird durch Anlage einer Blutleere am Oberarm verhindert.

Die Röntgenaufnahme erfolgt simultan halbaxial - frontal und seitlich. Innerhalb von 14 sec. werden in beiden Ebenen je 8 Aufnahmen exponiert. Damit werden die arterielle (3-4 Bilder), die arteriovenöse (2-3 Bilder) und die venöse (3-4 Bilder) Durchblutungsphase erfaßt. Die automatische Filmbearbeitung (9o-sec-Entwicklungsmaschine) trägt entscheidend dazu bei, daß die Untersuchungszeit und damit die Belastung des Patienten auf ein Minimum reduziert werden (Dauer der Filmbearbeitung bis zur Vorlage des trockenen Filmes: 2 - 3 Min.). Die Nadel

bleibt liegen und wird mit physiologischer Kochsalzlösung durchspült bis die Untersuchung beendet ist. Je nach der Indikationsstellung werden zusätzlich Aufnahmen in besonderen Einstellungen gemacht, zum Beispiel Halseinstellung zur Beurteilung der extrakraniellen Gefäßstrecke. Ist das Untersuchungsziel erreicht, wird die Punktionsnadel entfernt, Die A. axillaris wird sorgfältig mindestens 5 - 7 Min. dosiert komprimiert, damit kein Punktionshämatom entsteht. Der Punktionsbereich wird mit einem Druckverband versehen.

2.2 Ziel der Analyse und Fragestellung.

Bei der indirekten einseitigen Gegenstromangiographie zeigt sich immer wieder, daß nicht alle Abschnitte des Vertebralis - Basilarissystems gleich gut erfaßt sind. Selbst größere Gefäßstämme wie die A. cerebri posterior, die A. cerebelli superior stellen sich häufig einseitig oder gar nicht dar. Als Beispiel diene Abbildung 4. Hier kam es zu einer beidseitigen kontrastreichen Füllung der Aa. cerebri posteriores, die Aa. cerebelli superiores wurden jedoch beidseits nicht dargestellt.

Abb. 4: Unilaterales transaxilläres Hirnangiogramm. Bei kontrastreicher Darstellung beider Aa. cerebri posteriores und der ipsilateralen A. cerebelli inf.post. werden die Aa. cerebelli sup. beidseits nicht dargestellt.

Die Kontrastmittelverteilung hängt von zahlreichen hämodynamischen und morphologischen Faktoren ab. Es ist von besonderer Bedeutung, daß das Kontrastmittel in der A. axillaris gegen den Blutstrom cardialwärts injiziert wird. Auch die allgemeine anatomische Situation wie das Kaliber der A. axillaris und insbesondere der A. vertebralis sowie die allgemeinen Kreislaufverhältnisse spielen eine Rolle. Infolge des Zustroms von kontrastmittelfreiem Blut aus der kontralateralen A. vertebralis vermindert sich die Kontrastmittelkonzentration in der A. basilaris nicht selten so weitgehend, daß die Kontrastdarstellung der Gefäßäste beider Seiten nicht ausreicht (PIEPGRAS et al., 197o).

Es ist das Ziel der vorliegenden Arbeit festzustellen, wie häufig bei einer einseitigen transaxillären Gegenstromangiographie eine ausreichende Kontrastdarstellung des Vertebralissystems erzielt oder nicht erzielt wird. Die Untersuchung stützt sich auf die Auswertung von insgesamt 186 einseitig durchgeführten transaxillären Hirnangiographien.

Um die physiologischen Verhältnisse zu erfassen, wurden Angiographien analysiert, die

- 1. von Patienten über 14 Jahren stammen,
- 2. ohne röntgentechnische Fehler waren,
- 3. keine grob pathologischen Befunde, Fehlbildungen oder Variationen aufwiesen.

Bei allen Aufnahmen wurde der Durchmesser der A. vertebralis ausgemessen, und zwar 1-2 cm unterhalb der Massa lateralis atlantis. Die angegebenen Werte sind die tatsächlichen Durchmesser, da die Vergrösserung der vorliegenden Röntgenbilder um das 1,33-fache berücksichtigt wurde.

Bei der Beurteilung der Kontrastdarstellung der einzelnen Gefäße wurden folgende Wertungen vorgenommen:

a. starke kontrastreiche Füllung und Darstellung mindestens einer Aufzweigung: +
b. kontrastarme = flaue Füllung: (+)
c. keine Füllung, äußerst schwache Füllung, die kaum erkennbar ist: -.

An folgenden Gefäßen wurde die Analyse durchgeführt:

A. cerebri posterior,
A. cerebelli superior,
A. basilaris,
A. cerebelli inferior anterior,
A. cerebelli inferior posterior.

Die Kontrastblutverteilungsverhältnisse bei der einseitigen transaxillären Vertebralis - Basilarisangiographie werden schematisch wie folgt dargestellt (Abbildung 5):

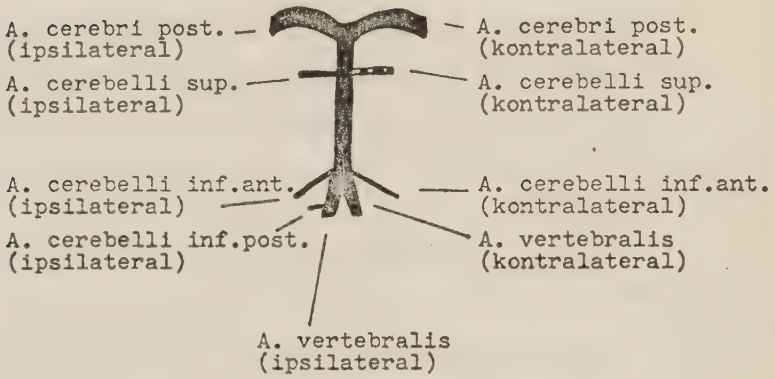

Abb. 5: Schematische Darstellung des Vertebralis - Basilaris-Gebietes.
Es bedeutet:
- kontrastreiche Füllung: schwarz ausgemalt,
- flaue, gerade ausreichende Füllung: schraffiert, (kontralaterale A.cerebelli sup.)
- keine Füllung: Arterie nicht ausgezeichnet. (kontralaterale A.cerebelli inf.post.).

2.3 Ergebnisse der Analyse.

2.3.1 Arteria cerebri posterior:

Im einzelnen fanden sich folgende Verhältnisse:

1. kontrastreiche, seitengleiche Darstellung: 62 %

2. ipsilateral flaue, kontralateral keine Darstellung: 11,9 %

3. beidseitig flaue Darstellung: 8,6 %

4. beidseitig keine Darstellung: 7,6 %

5. ipsilateral kontrastreiche, kontralateral flaue Darstellung: 3,8 %

6. ipsilateral flaue, kontralateral kontrastreiche Darstellung: 3,8 %

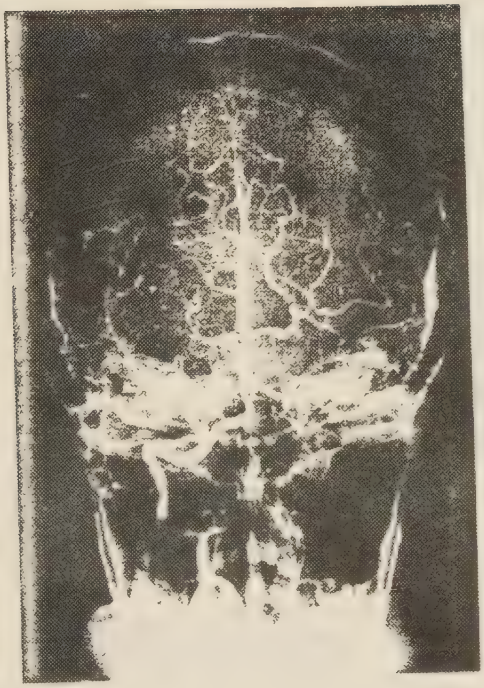

Abb. 6: unilaterales transaxilläres Hirnangiogramm rechts. Bei normal weiter A. vertebralis rechts, kommt es zu einer kontrastreichen Füllung der A. cerebri post. der Gegenseite. Die ipsilaterale A. cerebri post. ist nur flau mit Kontrastmittelblut gefüllt.

7. ipsilateral keine, kontralateral flaue Darstellung: 2,3 %.

Wird auf die Unterscheidung zwischen flauer und kontrastreicher Darstellung verzichtet, wird also lediglich die Nicht-Füllung als Kriterium berücksichtigt, ergibt sich zusammengefaßt folgende prozentuale Verteilung:

1. Darstellung beider Aa. cerebri post.: 74,4 %

2. Darstellung der ipsilateralen A. cerebri post: 11,9 %

3. Darstellung der kontralateralen A. cerebri post: 6,1 %

4. keine Darstellung: 7,6 %

2.3.2 Arteria cerebelli superior:

Im einzelnen fanden sich folgende Darstellungsverhältnisse im Bereich der A. cerebelli superior beiderseits:

1. kontrastreiche, seitengleiche Darstellung: 43 %

2. Füllungsausfall beiderseits: 26 %

3. beidseitig flaue Darstellung: 1o,8 %

4. ipsilateral kontrastreiche, kontralateral keine Darstellung: 7 %

5. ipsilateral keine, kontralateral kontrastreiche Darstellung: 6,2 %

6. ipsilateral flaue, kontralateral keine Darstellung: 2,5 %

7. ipsilateral kontrastreiche, kontralateral flaue Füllung: 1,5 %

8. ipsilateral keine, kontralateral flaue Füllung: 1,5 %

9. ipsilateral flaue, kontralateral kontrastreiche Füllung: 1,5 %

Zusammenfassung:
In 43 % wurden beide Aa. cerebelli sup. kontrastreich dargestellt, in 26 % waren sie beiderseits nicht dargestellt. In den übrigen 31 % war entweder ein Gefäß nicht oder lediglich flau gefüllt.

In den folgenden vier Schemata wird wiederum zwischen Füllung und Nichtfüllung unterschieden (vereinfachte Zusammenfassung der Verteilungsmuster im Bereiche der A. cerebelli sup. beiderseits).

1. Darstellung beider Aa. cerebelli sup.: 56,8 %

2. Darstellung der ipsilateralen A. cerebelli sup.: 9,5 %

3. Darstellung der kontralateralen A. cerebelli sup.: 7,7 %

4. keine Darstellung: 26 %

2.3.3 Arteria basilaris:

Bei der Beurteilung der A. basilaris mußten etwas andere Maßstäbe angelegt werden: es konnte nur unterschieden werden, ob sie homogen oder inhomogen gefüllt war.

So ergaben sich folgende Ergebnisse:

1. kontrastreiche, homogene Darstellung: 39 %

2. kontrastschwache Darstellung, mit leichten Unterschichtungen, diagnostisch auswertbar: 28 %

3. inhomogene, diagnostisch kaum verwertbare Darstellungen: 33 %

2.3.4 Arteria cerebelli inferior anterior:

Die A. cerebelli inf.ant. ist angiographisch aufgrund ihres geringen Kalibers mit sämtlichen Darstellungsmethoden schwer erfaßbar. Teil- oder Nicht-Füllungen sind daher häufig.

1. beidseitig keine Darstellung: 51 %

2. ipsilateral gute, kontralateral keine Darstellung: 18 %

3. beidseitig kontrastreiche Darstellung: 14 %

4. ipsilateral keine, kontralateral kontrastreiche Darstellung: 5,4 %

5. ipsilateral flaue, kontralateral keine Darstellung: 4,6 %

6. beidseitig flaue Darstellung: 3,8 %

7. ipsilateral keine, kontralateral flaue Darstellung: 3,2 %

Unterschcidet man nur zwischen Darstellung und Nichtdarstellung, so kann man die Ergebnisse wiederum vereinfacht zusammenfassen:

1. keine Darstellung: 51 %

2. ausschließlich ipsilaterale Darstellung: 22,6 %

3. beidseitige Darstellung: 17,8 %

4. nur kontralaterale Darstellung: 8,6 %

2.3.5 Arteria cerebelli inferior posterior:

Mit der indirekten einseitigen Axillarisangiographie gelingt aufgrund der topographischen und hämodynamischen Verhältnisse stets lediglich die Darstellung des ipsilateralen Gefäßes.

1. kontrastreiche einseitige Darstellung bei 87 %

2. flaue Darstellung bei 8,4 %

3. keine Darstellung bei 4,6 %

2.3.6 Äste der Arteria vertebralis - basilaris im Zusammenhang:

Die komplette Darstellung aller angiographisch erfaßbarer Äste der A. vertebralis - basilaris ist bei der einseitigen Überdruckinjektion in die A. axillaris relativ selten. Eine seitengleiche Füllung der A. cerebri post. sowie der A. cerebelli sup. und der ipsilateralen A. cerebelli inf. post. fand sich nur bei 3o % der untersuchten Fälle.

Gleichmäßig gute Kontrastdarstellung der A. cerebri post. und der A. cerebelli sup. beiderseits sowie der A. cerebelli inf.post. auf der Seite der Kontrastmittelinjektion: 3o %

(s. auch Abbildung 7).

Abb. 7: Unilaterales, transcranielles Vertebralisangiogramm rechts, arterielle Phase. Bei beiden A. vertebrales rechts stellen sich beide Aa. cerebri post., beide Aa. cerebelli sup. dar. Entsprechend der anatomischen Situation kommt es zu einer Füllung der rechten A. carotis comm. und ihrer Äste.

2.3.7 Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse:

2.3.7.1 In Abbildung 8 wird dargestellt, in wieviel Prozent der Analysen die Aa. cerebri post., Aa. cerebelli sup., die Aa. cerebelli inf. ant. beidseits und die A. basilaris homogen dargestellt waren.

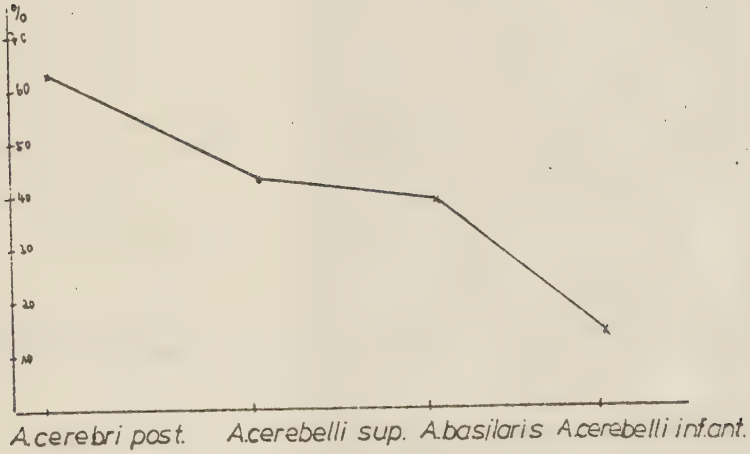

Abb. 8: Ordinate: Prozentsatz der ausgewerteten Röntgenbilder.
Abzisse: Äste des Vertebralis - Basilaris-Gebietes, die beidseits homogen dargestellt waren.

2.3.7.2 Wurde nur das Gefäß einer Seite dargestellt, ergeben die Prozentzahlen der einzelnen Analysen zusammengefaßt folgenden Zusammenhang:

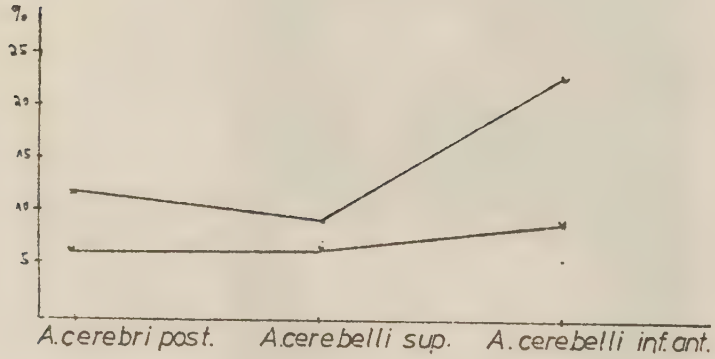

Abb. 9: Ordinate: Prozentsatz der ausgewerteten Röntgenbilder.
Abzisse: Äste des Vertebralis - Basilaris-Gebietes, die nur einseitig dargestellt waren.
obere Kurve: Prozentsatz der ipsilateralen Darstellung.
untere Kurve: Prozentsatz der kontralateralen Darstellung.

Die Abbildung 1o zeigt ein Angiogramm, bei dem sich die Äste der A. vertebralis - basilaris nur auf einer Seite füllten.

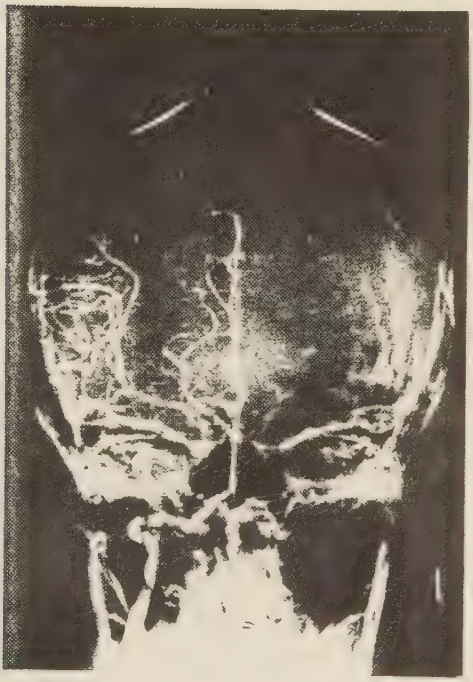

Abb. 1o: unilaterales transaxilläres Hirnangiogramm rechts, arterielle Phase. Trotz normal weiter A. vertebralis kommt es nur zu einer Füllung der ipsilateralen A. cerebri post., der ipsilateralen A. cerebelli sup. und der ipsilateralen A. cerebri inf.post.

2.3.7.3 Keine Darstellung der A. cerebri post., A. cerebelli sup., A. cerebelli inf. ant., A. cerebelli inf.post. beider Seiten wurde mit folgender prozentualer Häufigkeit gefunden:

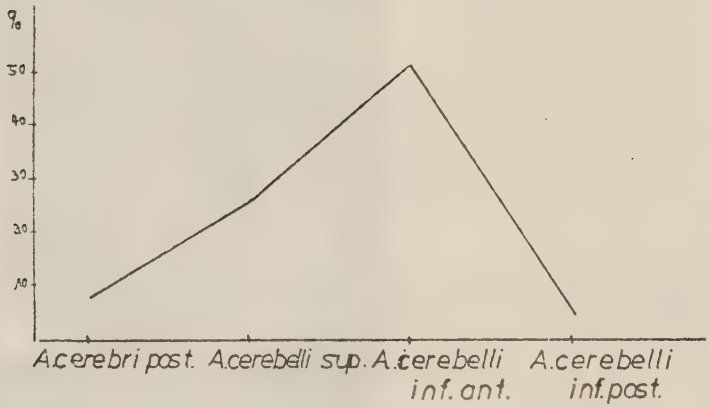

Abb. 11: Ordinate: Prozentsatz der ausgewerteten Röntgenbilder.
Abzisse: beidseits nicht dargestellte Gefäße des Vertebralis - Basilaris-Systems.

2.3.8 Kaliber der Arteria vertebralis auf der Seite der Kontrastmittelinjektion:

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß die Darstellung der intrakraniellen Gefäße von morphologischen und hämodynamischen Faktoren abhängig ist. Um den Zusammenhang zwischen dem Vertebraliskaliber der angiographierten Seite und der intrakraniellen Kontrastdarstellung statistisch zu erfassen, wurde das Kaliber der A. vertebralis bei allen Untersuchungen ausgemessen. Die zur Messung benutzte Schublehre hat eine Genauigkeit von o,5 mm - der Meßfehler liegt damit in der Größenordnung ± 1 mm. Die ausgewerteten 186 Axillarisangiographien setzen sich aus 3o linksseitigen und 156 rechtsseitigen Untersuchungen zusammen.

Die 3o linken und 156 rechten Aa. vertebrales wurden jeweils gleich 1oo % gesetzt.

2.3.8.1 Kaliber der linken A. vertebralis:

1,5 - 2 mm : 3,4 %
2 - 2,5" : 6,9 %
2,5 - 3 " : 6,9 %
3 - 3,5" : 2o,6 %
3,5 - 4 " : 41,3 %
4 - 4,5" : 17,4 %
4,5 - 5 " : 3,4 %

2.3.8.2 Kaliber der rechten A. vertebralis:

1,5 - 2 mm : 1,8 %
2 - 2,5 " : 3,9 %
2,5 - 3 " :19,5 %
3 - 3,5 " :3o,2 %
3,5 - 4 " :37,2 %
4 - 4,5 " : 5,8 %
4,5 - 5 " : 2,6 %

Diese Werte wurden in einem Diagramm schematisch dargestellt (s. Abbildungen 12 und 13).

Abb.12: Häufigkeitsverteilung der linken Vertebralisdurchmesser bei Erwachsenen über 14 Jahren.

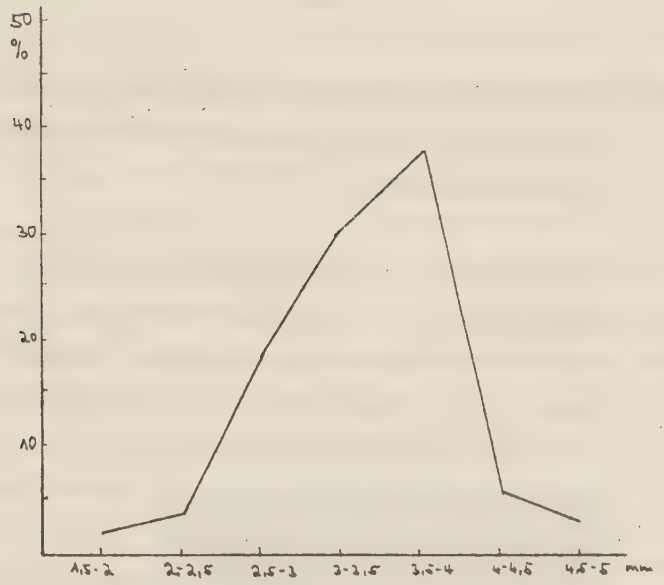

Abb. 13: Häufigkeitsverteilung der rechten Vertebralisdurchmesser bei Erwachsenen über 14 Jahren.

Es fällt bei der Gegenüberstellung folgendes auf:

Im Bereich der breiten Durchmesser (3–4 mm) ist die linke A. vertebralis um etwa 1o % häufiger vertreten als die rechte. Der Befund anderer Autoren, daß die linke A. vertebralis häufiger stärker ist als die rechte, wird hiermit bestätigt.

2.3.9 Beziehungen zwischen dem Vertebraliskaliber und der Homogenität der Kontrastdarstellung der Arteria basilaris:

Die Qualität der Kontrastfüllung der Basilaris-Aufzweigungen steht in Zusammenhang mit der Kontrastmittelkonzentration in der A. basilaris. Kommt es zu einer dichten und gleichmäßigen Kontrastanfärbung sämtlicher Abschnitte der A. basilaris, stellen sich auch die Aufzweigungen kontrastreich dar. Im Rahmen der Auswertung wurde geprüft, welche Beziehungen zwischen dem Durchmesser der A. vertebralis der angiographierten Seite und der Dichte der Kontrastdarstellung der A. basilaris bestehen.

Es ergaben sich folgende Verhältnisse:

Die Kontrastdarstellung der A. basilaris ist abhängig von der Kontrastmittelmenge, die über die A. vertebralis in das Schädelinnere gelangen kann. Je weiter die A. vertebralis der angiographierten Seite ist, umso mehr Kontrastmittel wird mit dem Blutstrom aus der A. subclavia mitgerissen; die Verdünnung durch kontrastmittelloses Blut aus der kontralateralen A. vertebralis spielt eine entsprechend untergeordnete Rolle.

So wurden 71,1 % der kontrastreichen Darstellungen der A. basilaris bei Patienten mit einem Vertebralisdurchmesser von 3,5 bis 4,5 mm gefunden. Bis zu einem Grenzwert von 4 mm besteht eine direkte Proportionalität zwischen der Weite der A. vertebralis und der Anzahl der kontrastreichen Darstellungen der A. basilaris. Abbildung 14 zeigt das Hirnangiogramm eines Patienten, der eine sehr weite A. vertebralis besitzt.

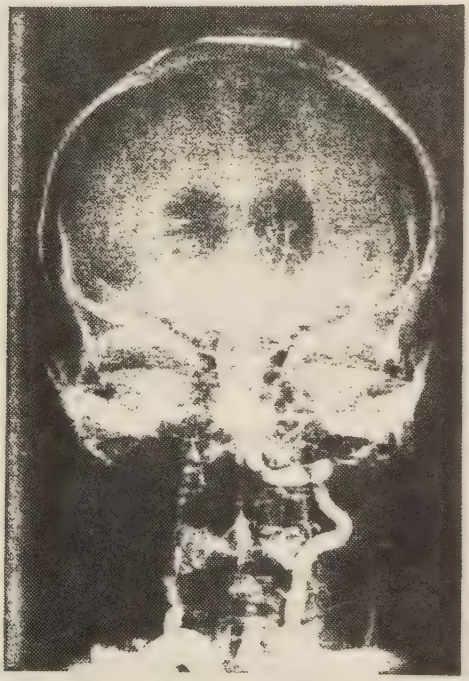

Abb. 14: Unilaterales transaxilläres Hirnangiogramm, links, art. Phase. Bei sehr weiter A. vertebralis links stellen sich beide Aa.cerebri post., beide Aa.cerebelli sup.sowie die ipsilaterale A.cerebri inf.post. dar.(Nebenbefund: Luftfüllung d.Ventrikelsystems nach Pneumoencephalographie)

3 DISKUSSION

3.1 Indirekte Angiographie der Arteria vertebralis.

Die indirekte Darstellung der A. vertebralis - basilaris über die A. axillaris hat folgende Vorteile:

- 1. Da die A. axillaris palpabel ist, ist im Gegensatz zur Vertebralispunktion eine gezielte Gefäßpunktion mit entsprechender Verminderung der Punktionskomplikationen möglich.

- 2. Es besteht nicht, wie bei der Vertebralispunktion, die Gefahr, daß der Duralsack versehentlich angestochen und Kontrastmittel intradural injiziert wird.

- 3. Bei allen angiographischen Untersuchungen kann es gelegentlich zu einer intramuralen oder paravasalen Fehlinjektion des Kontrastmittels kommen. Ein derartiger Untersuchungsfehler tritt bei der Punktion der A. vertebralis wesentlich häufiger auf und hat ungleich schwerwiegendere Folgen als bei der Axillarispunktion (HASSE u. ALEXANDER, 1962).

- 4. Die Methode ermöglicht die vollständige Darstellung der A. vertebralis einschließlich ihrer Abgangsstelle, die wie andere Verzweigungen des arteriellen Systems eine Prädilektionsstelle für organische Gefäßveränderungen ist (HASSE u. ALEXANDER, 1962).

- 5. Gegenüber den Katheteruntersuchungen ist die indirekte transaxilläre Hirnangiographie weniger aufwendig, da Kontrolldurchleuchtungen nicht erforderlich sind.

- 6. Die transaxilläre Methode hat gegenüber der indirekten Vertebralis - Basilaris - Darstellung den Vorteil, daß im Axillarisbereich günstigere Voraussetzungen für eine Kollateralversorgung des Armes bestehen als weiter peripher. Ausfall des Radialispulses ist nach Axillarisangiographien nicht beobachtet worden.

3.2 Nachteile der unilateralen transaxillären Hirnangiographie:

- 1. Da nur von einer Seite Kontrastmittel in eine A. axillaris injiziert wird, kommt es nicht zur Darstellung der gegenseitigen A. vertebralis. Aussagen über Stenosierungen, Hypo-

oder Aplasien der gegenseitigen A. vertebralis sind damit nicht möglich. Es entfällt ferner die Aussage über die kontralaterale aus der A. vertebralis entspringende A. cerebelli inferior posterior.

- 2. Wie bereits ausführlich dargelegt, verteilt sich das Kontrastmittel bei einseitiger Überdruckinjektion in die A. axillaris intrakraniell häufig seitenungleich. Wegen der Verminderung der Kontrastmittelkonzentration durch kontrastmittelfreies Blut aus der A. vertebralis der Gegenseite ist außerdem die Kontrastdarstellung der peripheren Gefäßaufzweigungen vielfach insgesamt unzureichend (eine seitengleiche Darstellung aller angiographisch erfaßbarer Vertebralis - Basilarisaufzweigungen fand sich im eigenen Untersuchungsmaterial lediglich bei 30 %.

4 SCHLUSSFOLGERUNG

Die Nachteile der indirekten einseitigen Axillarisangiographie werden umgangen, wenn das Kontrastmittel simultan über zwei Druckschläuche mit einem y-förmigen Konnektor zur Druckspitze unter Überdruck in beide Aa. axillares injiziert wird. Im Gegensatz zu sämtlichen anderen Untersuchungstechniken kommt es auf diese Weise zu einer Gesamtdarstellung der ganzen A. vertebralis und der A. cerebelli inf.post. beider Seiten.

Da das Kontrastmittel bei dieser Untersuchungstechnik über beide Aa. vertebrales in die A. basilaris geleitet wird, werden seitenungleiche Füllungen der Basilarisaufzweigungen sicher vermieden und es wird stets eine ausreichende Kontrastmittelkonzentration im Stromgebiet der A. vertebralis - basilaris erzielt.

Von entscheidendem Vorteil ist ferner die Tatsache, daß stets eine Kontrastfüllung erreicht wird, ganz gleich, ob eine der beiden Vertebralarterien hypoplastisch oder überhaupt nicht angelegt ist. Die Methode vermeidet die Risiken der direkten Untersuchungstechniken und garantiert optimale Untersuchungsergebnisse.

Wegen der geschilderten Vorteile wird das Verfahren der bilateralen, simultanen Vertebralis - Basilarisangiographie über die Armarterien oder die A. axillaris

und subclavia seit 1965 von WAPPENSCHMIDT, seit 1966 von WEIBEL und FIELDS, seit 1969 von BENDER und ANTIN und auch in der Neuroradiologischen Abteilung der Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar durchgeführt.

Abbildung 15 zeigt ein simultanes bilaterales transaxilläres Hirnangiogramm.

Abb. 15: Simultanes bilaterales Hirnangiogramm. Bei beidseitig mäßig starken Aa. vertebrales kommt es zu einer seitengleichen Darstellung beider Aa. cerebri post., beider Aa. cerebelli sup., beider Aa. cerebelli inf.ant., beider Aa. cerebelli inf.post.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Nach kurzen Vorbemerkungen zur Anatomie werden die wichtigsten angiographischen Verfahren beschrieben, die zu einer röntgenologischen Erfassung des Systems der A. vertebralis - basilaris führen.
Die indirekten Verfahren haben gegenüber der Direktdarstellung durch Punktion oder Katheterisierung der A. vertebralis zunehmend an Bedeutung gewonnen. Bei der indirekten Vertebralis - Basilarisangiographie wird das Kontrastmittel gegen den Blutstrom unter Überdruck in die Armarterie oder in die A. axillaris und subclavia injiziert.

Anhand von 186 Untersuchungen werden die Vor- und Nachteile der unilateralen transaxillären Hirnangiographie erörtert. Auf die Möglichkeiten der simultanen bilateralen Axillarisangiographie wird hingewiesen.

6 SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS

1. AMELI, N.O.: Practical method of vertebral angiography. Brit.J.Surg. 39, 327-33o (1952)

2. AMPLATZ, K., and R. HARNER: A new subclavian artery catheterization technique. Radiology 78, 963-966 (1962)

3. BARBIERI, P.L., and G.C. VERDECCHIA: Vertebral arteriography by percutaneous puncture of the subclavian artery. Acta radiol.(Stockh.) 48, 444 - 484 (1957)

4. BENDER, A.L., S.P. ANTIN: Bilateral simultaneous retrograde brachial angiography. Radiology 93, 1o67 - 1o69 (1969)

5. BERCZELLER, A., u. H. KUGLER: Freilegung der Arteria vertebralis am Sulcus atlantis. Beitrag zur Arteriographie des Stromgebietes der A. vertebralis-basilaris. Arch.f.klin.Chir. 19o, 81o-815 (1937)

6. BIERMAN, H., E.R. MILLER, et al.: Intra-arterial catheterization of viscera in man. Amer.J.Roentgenol. 66,2, 555-568 (1951)

7. BLACKBORN, S.N.: Anomalies of the encephalic arteries among the insane. J.comp.Neurol. 17, 495 (19o7)

8. BONTE, G., G. RIFF, G. RIFF, F. SPY: Angiographie vertébrale par catheterisme retrograde femorale. Acta radiol. (Stockh.) 5o, 61 - 76 (1958)

9. BORN, P.: Top - Anat. Stuttgart: Fischer 1966

1o. CLARISSE, J., G. BONTE, E. LAINE: Hémodynamique du confluent vértebro-basilaire au cours de l'angiographie vertébrale. Interêt pratique de cette étude. Ann.Radiol. 12, 655-66o (1969)

11. COLLINS, W.F., H.W. SLADE, W.G. LOCKHART: Brachial vertebral angiography in adults. J. Neurosurg. 14, 466 - 468 (1957)

12. COLUMELLA, F.: L'angiografia del sistema vertebro-basilare. Chirurgica (Buc.) 7, 1 (1952)

13. DECKER, K.: Die diagnostische Leistung der Vertebralisangiographie. Acta Neurochirurg.Suppl. 111, 227 - 249 (1955)

14. DECKER, K.: Entwicklung und Bedeutung der Vertebralisangiographie. Fortschr.Röntgenstr. 83, 3o1 - 316 (1955)

15. DECKER, K.: Klinische Neuroradiologie. Stuttgart: Thieme 196o

16. DECKER, K.: Technik und diagnostische Möglichkeiten der perkutanen Vertebralis-Arteriographie. Acta neurochir.(Wien) 2, 74 - 8o (1951)

17. DURET, H.: Recherches anatomiques sur la circulation de l'encéphale. Arch.Sci.physiol. (1874), zit. nach: KRAYENBÜHL, YASARGIL: Die vaskulären Erkrankungen im Gebiet der A. vertebralis und der A. basilaris. Stuttgart: Thieme 1957

18. ECKER, A.D.: The normal cerebral angiogramm. Springfield III: Ch. C.Thomas 1951

19. ELVIDGE, A.R.: The cerebral vessels studied by angiography. A.Res.Nerv.Ment.Dis. 18, 11o - 149 (1937)

2o. FRESHWATER, D.: Technic and value of the percutaneous vertebral angiography. S. Clin.(North America) 32, 8o1 - 81o (1952)

21. GOULD, P.L., W.T. PEYTON, and L.A. FRENCH: Vertebral angiography by retrograde injection of the brachialartery. J. Neurosurg. 12, 369 (1955)

22. HANAFEE, W.: Axillary artery approach to carotid, vertebral abdominal aorta, and coronary angiography. Radiology 81, 559 - 567 (1963)

23. HASEKE: zit. nach KRAYENBÜHL - YASARGIL: Die vaskulären Erkrankungen im Gebiet der A. vertebralis und der A.basilaris. Stuttgart: Thieme 1957

24. HASSE, H.M., K. ALEXANDER: Neue Technik zur Angiographie der A.vertebralis. Z.Kreisl.-Forsch. 51, 98o-986 (1962)

25. HAUGE, T.: The catheter vertebral angiography. Acta radiol.(Stockh.) Suppl. 1o9, 219 (1954)

26. HILLIER, L.B.jr.: New approach to percutaneous subclavian angiography. Proc.Staff.Meet, Mayo clin. 35, 169 - 174 (196o)

27. KEIRNS, M.M.: The angiographic demonstration of cerebral occlusive disease. Sth.Med.J. (Bgham, Ala.) 54, 47o - 475 (1961)

28. KLAUSBERGER, E.M.: Perkutane Arteriographie der A. vertebralis. Wien.med.Wschr. 1o3, 239-245 (1953)

29. KRAYENBÜHL, H.: Das Hirnaneurysma. Arch.Neurol.Psychiatr.(Schweiz) 47, 155 - 236 (1941)

3o. KRAYENBÜHL, H., u. M. YASARGIL: Die vaskulären Erkrankungen im Gebiet der A.vertebralis und der A. basilaris. Stuttgart: Thieme 1957

31. KRAYENBÜHL, H., u. M.G. YASARGIL: Die zerebrale Angiographie. Lehrbuch für Klinik und Praxis. Stuttgart: Thieme 1965

32. KRAYENBÜHL, H., u. M.G. YASARGIL: Les signes artériographiques les plus typiques permettant d'évoquer une néoformation des lobes cérébelleux. Ann.Radiol. 1o, 819 - 826 (1967)

33. KRAYENBÜHL, H., u. M.G. YASARGIL: Percutaneous vertebral angiography. Acta radiol. (Stockh.) 5, 263 - 266 (1966)

34. KUHN, R.A.: Brachial cerebral angiography. J.Neurosurg. 17, 955 - 971 (196o)

35. KUHN, R.A.: The normal brachial cerebral angiogramm. Amer.J.Roentgenol. 84, 78 (196o)

36. LANG, E.K.: A survey of the complications of percutaneous retrograde arteriography. Seldinger technic. Radiology 81, 257 - 263 (1964)

37. LINDGREN, E.: Another method of vertebral angiography. Acta radiol.(Stockh.) 46, 257 - 261 (1956)

38. LINDGREN, E.: Percutaneous angiography of the vertebral artery. Acta radiol. (Stockh.) 33, 389 - 4o4 (195o)

39. MARSHALL, T.R., JT. LING, and R. GONZALES: Additional experiences with direct percutaneous noncatheter brachial angiography. Rhight cerebral angiography. Radiology 81, 568 (1963)

4o. MARSHALL, T.R., and JT. LING: Clinical evaluation of two new contrast media: Conray and Angio-Conray. Amer.J.Roentgenol. 89, 423 - 431 (1963)

41. MARSHALL, T.R., JT. LING, and R. GONZALES: Direct percutaneous non-catheter left and right brachial angiography. Radiology 8o, 258-26o (1963)

42. MASLOWSKI, H.A.: Vertebral angiography. Percutaneous lateral atlanto-occipital method. Brit.J.Surg. 43, 1 - 8 (1955)

43. MITTENWALLNER, FR.v.: Variationsstatische Untersuchungen an den basalen Hirngefäßen. Acta anat. (Basel) 24, 51 - 87 (1955)

44. MONIZ, E., A. PINTO, and A. ALVES: Artériographie du cervelet et des autres organes de la fosse postérieure. Bull.Acad.nat.Méd.(Paris) 1o9, 758 - 76o (1933)

45. MONIZ, E.: Die cerebrale Arteriographie und Phlebographie. Handbuch der Neurologie. Erg.Ser.2. Berlin: Springer 194o

46. MONIZ, E.: L'éncephalographie artérielle, son importance dans la localisation des tumeurs cérébrales. Rev.neurol. 34, 72 - 89 (1927)

47. NADJMI, M., H. BRAUN, L. CAVALLINI, M. NIPPERT: Hämodynamische und physikalische Aspekte der retrograden Brachialis-Angiographie. Dtsch.Z.Nervenheilk. 194, 328 - 343 (1968)

48. NAMIN, P.: L'artériographie vertébrale. Paris: G. Doin 1955

49. NEWTON, T.H.: The axillary artery approach to arteriographie of the aorta and its branches. Amer.J.Roentgenol. 89, 275 - 283 (1963)

5o. ÖDMAN, P.: Percutaneous selective angiography of the main branches of the aorta. Acta radiol.(Stockh.) 45, 1 -14 (1956)

51. OLIVECRONA, H.: Bericht über die arteriographische Darstellung der A. vertebralis. Zbl. Chir. 32, 1904 - 1905 (1935)

52. OSTROWSKI, A.Z., W.G. HARDY, D.W. LINDNER, L.W. THOMAS et al: Retrograde brachial vertebral - basilar angiography. An analysis of angiographic visualization of the vertebral-basilar system and branches. Arch.Neurol.(Chic.) 4, 608 - 616 (1961)

53. PADGET, D.H.: The development of the cranial arteries in the human embryo. Contr.Embryol.Carneg.Inst. 32, 207 - 262 (1948)

54. PEETERS, F.L.M.: Die Vertebralis-Angiographie. Fortschr.Röntgenstr. 111, 607 - 612 (1969)

55. PIEPGRAS, U., E. SCHMIDT-WITTKAMP, CH. VOETS, M.H. WOLFF: Technik und Möglichkeiten der simultanen bilateralen transaxillären Hirnangiographie. Angiographie und ihre Leistungen. Stuttgart: Thieme 1970

56. POUYANNE, A., F. CAILLON, P. LEMAN, M. GOT, et al.: L'angiographie vertebrale par voie sous-clavière sous claviculaire. Neurochirurgica (Stuttg.) 3, 35 - 45 (1960)

57. PYGOTT, F., and C.F. HUTTON: Vertebral arteriography by percutaneous brachial artery catheterization. Brit.J.Radiol. 32, 114 - 119 (1959)

58. RADNER, S.: Intracranial angiography via vertebral artery. Acta radiol. 28, 838 - 842 (1947)

59. RADNER, S.: Vertebral angiography by catheterization. Acta Radiol.(Stockh.) Suppl.87, 1 - 134 (1951)

60. RAY, CH.D.: Intracranial angiography by percutaneous puncture of the subclavian artery utilizing a subclavicular approach. J.Neurosurg. 20, 400-405 (1963)

61. ROSSI, P.: Transaxillary selective catheterization of the carotid and vertebral arteries. Acta radiol.(Diagn) 5, 458 - 464 (1966)

62. ROTH, G., J. BAUMGÄRTNER, et G. MOSSIER: Arteriographie vertébrale par voie-sous-clavière et aortographie. Psych.Neurol.Neuroch.(Amst.) 64, 2o2 - 213 (1961)

63. ROY, P.: Le cathéterisme percutané de l'artère axillaire. Nouvelle voie d'approche pour l'arteriographie carotidienne et vértebrale. Roentgen Europ. 6-7, 122-149 (1963)

64. SOBOTTA, J., H. BECHER: Atlas der Anatomie des Menschen. 3. Teil. München, Berlin: Urban & Schwarzenberg 1962

65. SCHAERER, J.P.: Open indirect Method of vertebral angiography. J.Neurosurg. 12, 487 - 494 (1955)

66. SCHECHTER, M.M.: Total vertebrobasilar arteriography using a single vertebral puncture technique. J.Neurosurg. 18, 74 -78 (1961)

67. SCHMIDT-WITTKAMP, E., M.L. ALLERT: Zur Aufklärungspflicht bei cerebralen Gegenstromarteriographien. Angiographie und ihre Leistungen, Arbeitstagung Feb.1968. Stuttgart: Thieme 1968

68. SCHULZE, H.E.: Die Entwicklung der cerebralen Angiographie. Psychiat.Neurol.med.Psychol. 9, 238 (1957)

69. SELDINGER, S.I.: Catheter replacement by needle in percutaneous Arteriography: New technique. Acta radiol. 39, 368-376 (1953)

7o. SHELDON, P.: A special needle for percutaneous vertebral angiography. Brit.J.Radiol. 29, 231-232 (1956)

71. SHIMIDZU, K.: Beiträge zur Arteriographie des Gehirns - eine einfache percutane Methode. Langenbeck's Arch.klin.Chir. 188, 295 - 316 (1937)

72. SIGUEIRA, E., B. KARRAS, A.G. CANNON, P.C. BRUCY: Percutaneous brachial cerebral angiography. J.Neurosurg. 19, 1o5o - 1o57 (1962)

73. SJÖQUIST, O.: Arteriographische Darstellung der Gefäße der hinteren Schädelgrube. Chirurg. 1o, 377 - 38o (1938)

74. SJÖRGEN, S.E.: Percutaneous vertebral angiography. Acta radiol. (Stockh.) 4o, 113-127 (1953)

75. STOPFORD, J.S.R.: The arteries of the pons and the medulla oblongata, Part II. J.Anat.(London) 5o, 225 (1916)

76. SUGAR, O., P.C. BUCY: Some complications of vertebral angiography. J.Neurosurg. 11, 6o7-615 (1954)

77. SUGAR, O., L.B. HOLDEN, and C.B. POWELL: Vertebral Angiography. Amer.J.Roentgenol. 61, 166-182 (1949)

78. SUTTON, D., und R.D. HOARE: Percutaneous vertebral angiography. Brit.J.Radiol. 24, 585-597 (1951)

79. SUTTON, D.: Vertebral arteriography by percutaneous brachial artery catheterization. Brit.J.Radiol. 32, 283-287 (1959)

8o. SWANN, G.F.: Vertebral arteriography using sheldon needle and modification of it. Brit.J.Radiol. 361, 23-27 (1958)

81. TAKAHASHI, K.: Die percutane Arteriographie der A. vertebralis und ihrer Versorgungsgebiete. Arch.Psychiat.Nervenkr. 111, 373 - 379 (194o)

82. TATELMAN, M., and S. SHEEHAN: Totalvertebral-basilar arteriography via transbrachial catheterization. Radiology 78, 919 - 929 (1962)

83. THOMAS, L.M., W.G. HARDY, D.W. LINDNER, E.S. GURDIJAN: Retrograde brachial angiography in cerebrovascular disease. Arch.Neurol. 7, 339 - 346 (1962)

84. TINDALL, G.R., and H.B. CUPP: Vertebral arteriography by retrograde injection of the right common carotid artery. Radiology 76, 742 - 747 (1961)

85. VOGELSANG, H., et V.CALATAYUD, und R. LORENZ: Die cerebrale Angiographie über die A.brachialis im Säuglings- und Kindesalter. Radiologe 6, 461 (1966)

86. VOGELSANG, H., und B. BAUER: Moderne angiographische Verfahren in der zerebralen Diagnostik im Säuglings- und Kindesalter. Fortschr.Röntgenstr. 1o8, 329 - 336 (1968)

87. WAPPENSCHMIDT, J.: Anwendung und Leistungsbreite der linksseitigen Brachialisarteriographie in neurolog. Diagnostik. Fortschr.Röntgenstr. 1o4, 54o - 546 (1966)

88. WAPPENSCHMIDT, J., u. K. HOLBACH: Arteriographische Befunde beim Scalenussyndrom. Radiologe 6, 493 (1966)

89. WAPPENSCHMIDT, J.: Darstellung der Hirngefäße durch retrograde Kontrastinjektion in die Arterien des Armes. Fortschr.Röntgenstr.1o2, 575-579 (1965)

9o. WAPPENSCHMIDT, J.: Neue Methoden zur cerebralen Angiographie. Dtsch.med.Wschr. 9o, 3 - 7 (1965)

91. WAPPENSCHMIDT, J.: Radiologische Befunde bei Störungen in der Mittellinie. Radiologe 6, 476 (1966)

92. WAPPENSCHMIDT, J.: Zur Darstellung der intratentoriellen Gefäße mit der Gegenstromarteriographie. Acta neurochir.(Wien) 13, 495 - 5o5 (1965)

93. WEIBEL, J., W.S. FIELDS: Angiography of the posterior cervicocranial circulation. Amer.J.Roentgenol. 98, 66o - 671 (1966)

94. WEIBEL, J.: Angiography of the vertebrobasilar arterial system. Acta Radiol.(Diagn.) 5, 57o - 58o (1966)

95. WEIBEL, J., W.S. FIELDS: A new technique for craniocervical panarteriography. Acta neurol.lat.-amer. 1o, 6o - 74 (1964)

96. WEIBEL, J., W.S. FIELDS: Atlas of arteriography in occlusive cerebrovascular disease. Stuttgart: Thieme 1969

97. WEIBEL, J., W.S. FIELDS: Direct percutaneous infraclavicular catheterization of the subclavian artery. J.Neurosurg. 2o, 233 - 237 (1963)

98. WENDE, S., u. P. MARX: Tierexperimentelle Untersuchungen über die Schädigung der Blut-Hirn-Schranke durch Kontrastmittel. Radiologe 6, 5o9 - 512 (1966)

99. WENDE, S., u. V. TAENZER: Technik und Wert der perkutanen Brachialis-Cerebralis-Angiographie. Fortschr.Röntgenstr. 1o2, 143 - 15o (1965)

Herrn Professor Dr.med. H.-H. MEYER, Direktor der Universitäts-Nervenklinik, Homburg/Saar, danke ich sehr für die guten Arbeitsmöglichkeiten, die mir in seiner Klinik zur Verfügung gestellt wurden. Seine freundliche Erlaubnis zur Benutzung der Bibliothek und des Archivs des Hauses, seine Unterstützung bei der Anfertigung der Abbildungen und seine Ratschläge halfen mir sehr, die vorliegende Abhandlung auszuarbeiten.

Herrn Dr.med. U. PIEPGRAS, Leiter der Neuroradiologischen Abteilung der Universitäts-Nervenklinik, Homburg/Saar, gebührt mein Dank für die Anregung und Fragestellung für diese Arbeit und das Interesse, das er an ihrem Fortgang nahm. In zahlreichen Diskussionen half er mir, meine hier dargelegten Anschauungen zu entwickeln und zu festigen.

LEBENSLAUF

Am 29.8.1947 wurde ich, Michael H. Wolff, als dritter Sohn des Dr.med. Herbert Wolff und seiner Ehefrau Margarethe in Meiningen/Thüringen geboren. Ende 1949 zog meine Familie nach Mettlach/Saar, wo ich von 1953 - 1957 die Volksschule besuchte. Anschließend war ich Schüler des Realgymnasiums Merzig, ab Obertertia des Realgymnasiums Dillingen/Saar, wo ich im Oktober 1966 das Abitur ablegte.

Meinen seit Jahren bestehenden Wunsch, Medizin zu studieren, konnte ich mit der Immatrikulation an der Universität des Saarlandes zum Wintersemester 1966/67 erfüllen. April 1968 bestand ich das Vorphysikum, Oktober 1969 das Physikum.

Seit November 1969 arbeite ich an der vorliegenden Dissertation. Dank der sehr günstigen Arbeitsmöglichkeiten in der Universitäts-Nervenklinik Homburg/Saar gelang es mir, sie im Juni 197o abzuschließen. Ich werde jetzt die Universität des Saarlandes verlassen; mein Staatsexamen werde ich voraussichtlich im Sommer 1972 in Homburg/Saar ablegen.